

trudov VI Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. Pod redaktsiyey O.G. Berestnevoy, V.V. Spitsyna, A.I. Trufanov, T.A. Gladkovoy. 2019. S. 164-167.

8. Poltavskaya Yu.O. Optimizatsiya transportnoy seti na osnove minimuma obshchikh zatrat na dostavku грузов // Vestnik Angarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2019. № 13. S. 178-183.

9. Sharov M.I., Mikhaylov A.YU., Duchenkova A.V. Primer otsenki transportnoy dostupnosti s ispol'zovaniyem programmogo produkta PTV «VISUM» // Izv. vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'. 2013. № 1(4). S. 133-138.

10. Lebedeva O.A. Analiz proyektirovaniya transportnykh zon na osnove modelirovaniya seti // Vestnik Angarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2019. № 13. S. 172-177.

11. Gozbenko V.Ye., Kripak M.N., Ivankov A.N. Sovershenstvovaniye transportno-ekspeditsionnogo obsluzhivaniya gruzovladel'tsev. Irkutsk: Izd-vo IrGUPS, 2011. 176 s.

12. Lebedeva, O., Kripak, M., Gozbenko, V. Increasing effectiveness of the transportation network through by using the automation of a Voronoi diagram. Transportation Research Procedia. 2018. Vol. 36. 427–433.

13. T. G. Crainic, M. Florian and J.-E. Leal, «A Model for the Strategic Planning of National Freight Transportation by Rail» Trans. Sci. 24, 1-24 (1990).

14. M. Florian, «An Introduction to Network Models Used in Transportation Planning» in Transportation Planning Models, pp. 137-152, M. Florian (ed.), NorthHolland, Amsterdam, 1984.

15. M. Florian, «Nonlinear Cost Network Models in Transportation Analysis» Math. Program. Study 26, 167-196 (1986).

16. M. Florian and T. G. Crainic (Editors), «Strategic Planning of Freight Transportation in Brazil: Methodology and Applications» Final Report, 5 volumes, Publications #638-642, Centre de recherche sur les transports, Universite de Montreal, 1989.

17. M. Florian and M. Los, «A New Look at Static Price Equilibrium Models» Region. Sci. Urban Econ. 12, 579 – 597 (1982).

18. M. Frank and P. Wolfe, «An Algorithm for Quadratic Programming» Naval Res. Logist. Quart. 3, 95-110 (1956).

19. T. L. Friesz, R. L. Tobin and P. T. Harker, «Predictive Intercity Freight Network Models» Trans. Res. 17 A, 409-417 (1983).

20. T. L. Friesz, P. A. Viton and R. L. Tobin, «Economic and Computational Aspects of Freight Network Equilibrium Models: A Synthesis» J. Region. Sci. 25(1), (1985).

Информация об авторах

Лебедева Ольга Анатольевна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры управления на автомобильном транспорте, Ангарский государственный технический университет, г. Ангарск, e-mail: kravhome@mail.ru

Гозбенко Валерий Ерофеевич – д-р техн. наук, профессор, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Ангарский государственный технический университет, г. Ангарск, e-mail: vgozbenko@yandex.ru

Information about the authors

Ol'ga A. Lebedeva – Ph.D. in Engineering Science, Assoc. Prof., Assoc. Prof. at the Subdepartment of Management of Automobile Transport, Angarsk State Technical University, Angarsk, e-mail: kravhome@mail.ru

Valerii E. Gozbenko – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Angarsk State Technical University, Angarsk, e-mail: vgozbenko@yandex.ru

DOI 10.26731/1813-9108.2020.4(68).189-195

УДК 656.2

Обеспечение безопасности и защиты вспомогательного оборудования подвижного состава

Н. П. Асташков✉, **В. А. Оленцевич**, **Ю. И. Белоголов**

Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

✉ astashkovnp@yandex.ru

Резюме

Основные задачи железнодорожной отрасли ориентированы на снижение затрат, связанных с эксплуатацией и ремонтом технологического оборудования, решение которых возможно за счет разработки технических средств, оптимально учитывающих природно-климатические, географические и технические условия эксплуатации. В данных условиях эксплуатации развитие локомотивной тяги предусматривает модернизацию существующего парка тягового подвижного состава, совершенствование выпускаемых локомотивов, разработку концептуально новой платформы линеек инновационных локомотивов, замену оборудования на более надежное и современное. На основании отчетов и статистических данных показателей работы локомотивного ремонтного депо Улан-Баторской железной дороги авторами выполнен анализ надежности эксплуатации тепловозов серии 2ТЭ116УМ, ввиду их большего процентного отношения к другим сериям локомотивов эксплуатируемого инвентарного парка дороги. Выявлено, что на долю поврежденных электрической части электродвигателей приходится более 70 % от общего количества неисправностей. Разработка технического решения, использование которого позволит минимизировать количество отказов вспомогательных машин и оборудования тепловоза данной серии, является целью представленной статьи, для реализации которой рассмотрены основные конструктивные особенности электродвигателей, схема их подключения и наличие элементов защиты для определения «слабых» мест и обоснования предложенного технического решения.

Ключевые слова

железнодорожный перевозочный процесс, эксплуатируемый инвентарный парк тепловозов, локомотив, тяговое электрооборудование, электрические машины, электродвигатель, величина питающего напряжения

Для цитирования

Асташков Н.П. Обеспечение безопасности и защиты вспомогательного оборудования подвижного состава // Н. П. Асташков, В. А. Оленцевич, Ю. И. Белоголов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2020. – № 4 (68). – С. 189–195. – DOI: 10.26731/1813-9108.2020.4(68).189-195

Информация о статье

поступила в редакцию: 02.09.2020, поступила после рецензирования: 31.09.2020, принята к публикации: 02.10.2020

Ensuring the safety and protection of the auxiliary rolling stock equipment

N. P. Astashkov✉, V. A. Olentsevich, Yu. I. Belogolov

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

✉ astashkovnp@yandex.ru

Abstract

The main problems of the railway industry are focused on reducing the costs associated with the operation and repair of technological equipment. It is possible to solve them through the development of technical means that optimally take into account the climatic, geographical and technical operating conditions. Under these operating conditions, the development of locomotive traction provides for the modernization of the existing traction rolling stock, the improvement of the manufactured locomotives, the development of a conceptually new platform for the product ranges of innovative locomotives, the replacement of equipment with a more reliable and modern one. Based on reports and statistical data on the performance indicators of the locomotive repair depot of the Ulan Bator Railway, the authors analyzed operation reliability of diesel locomotives of the 2TE116UM series, due to their higher percentage of other locomotive series of the operating inventory railway rolling stock. It was revealed that the share of damage to the electrical part of electric motors accounts for more than 70% of the total number of faults. The purpose of the presented work is to develop a technical solution, the use of which will minimize the number of failures of auxiliary machines and equipment of a diesel locomotive of this series. To implement it, the authors consider main design features of electric motors, their connection diagram and the presence of protection elements to determine weak points and justify the proposed technical solution.

Keywords

railway transportation process, operating inventory rolling stock of diesel locomotives, locomotive, traction electrical equipment, electrical machines, electric motor, supply voltage magnitude

For citation

Astashkov N. P., Olentsevich V. A., Belogolov Yu. I. Obespecheniye bezopasnosti i zashchity vspomogatel'nogo oborudovaniya podvizhnogo sostava [Ensuring the safety and protection of the auxiliary rolling stock equipment]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemyi analiz. Modelirovaniye* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2020, No. 4 (68), pp. 189–195. – DOI: 10.26731/1813-9108.2020.4(68).189-195

Article info

Received: 02.09.2020, Revised: 31.09.2020, Accepted: 02.10.2020

Введение

В соответствии с инвестиционной программой ОАО «Российские железные дороги» (ОАО «РЖД») планирует направить на обновление локомотивного парка отрасли более 85 млрд руб., компания намерена закупить 674 локомотива. В структуре поставок 321 грузовой электровоз, 88 грузовых тепловозов, 226 маневровых тепловозов, 35 пассажирских электровозов и 4 пассажирских тепловоза. Обновление парка позволит повысить среднюю массу всех классификаций поездов, а также увеличить тяговые плечи и нарастить производительность локомотива.

С целью оптимизации экономических показателей работы отрасли развитие локомотивной тяги ведется по трем основным направлениям:

- модернизация существующего парка тягового подвижного состава;
- совершенствование выпускаемых локомотивов в соответствии с современными требованиями с учетом унификации;
- разработка концептуально новой платформы линеек инновационных локомотивов.

Планируются и локальные проекты замены оборудования на более надежное и современное. Проведение модернизации выпускаемых локомотивов

на основании технических решений по оснащению современными системами автоведения и диагностики, энергетическими установками с улучшенными топливно-энергетическими показателями, тяговым приводом с улучшенными характеристиками, увеличенными межремонтными пробегами и современной системой управления. Разработка принципиально нового подвижного состава, который можно отнести к локомотивам будущего. Разрабатываются требования к перспективным локомотивам для контейнерных и пассажирских перевозок [1–4].

В мировой практике парк локомотивов формируется различными видами тяги в зависимости от назначения и характера работы. В целом эффективность работы локомотивов во многом зависит от совершенства ремонтной базы и инфраструктуры.

Анализ надежности тепловозов серии 2ТЭ116УМ

Основные задачи железнодорожной отрасли ориентированы на снижение затрат, связанных с эксплуатацией и ремонтом технологического оборудования, решение которых возможно за счет разработки технических средств, оптимально учитывающих природно-климатические, географические и технические условия эксплуатации. Согласно инвестиционной программе развития компании ОАО «РЖД» началось обновление локомотивного парка Улан-Баторской железной дороги тепловозами серии 2ТЭ116УМ. С 2014 г. перевозочный процесс осуществлялся тепловозами серии 2ТЭ116УД с американским дизелем GE. Представленный акцент на серию 2ТЭ116УМ обусловлен хорошими качественными характеристиками эксплуатируемого инвентарного парка тепловозов и высокой степенью его надежности (рис. 1) [5, 6].

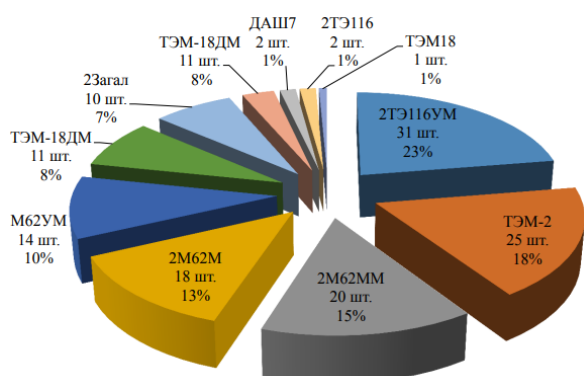


Рис. 1. Инвентарный парк тепловозов Улан-Баторской железной дороги

Fig. 1. Inventory rolling stock of diesel locomotives of the Ulan-Bator railway

На основании отчетов и статистических данных показателей работы локомотивного ремонтного депо Улан-Баторской железной дороги за 2015–2019 гг. выполнен анализ надежности тепловозов серии

2ТЭ116УМ ввиду их большего процентного отношения к другим сериям локомотивов эксплуатируемого инвентарного парка дороги. Проведенный анализ показал, что большую долю отказов составляют электрические машины (рис. 2). На долю поврежденной электрической части рассматриваемых электродвигателей за анализируемый период приходится более 70 % от общего количества неисправностей.



Рис. 2. Анализ надежности тепловозов серии 2ТЭ116УМ за 2015–2019 г.

Fig. 2. Reliability analysis of diesel locomotives of the 2TE116UM series for 2015–2019

Следует отметить, что успешно зарекомендовавшие себя в эксплуатации тепловозы серии 2ТЭ116УМ имеют ряд нерешенных технических недостатков, которые отражаются в целочисленном количестве отказов узлов и деталей рассматриваемого локомотива. Разработка технического решения, использование которого позволит минимизировать количество отказов вспомогательных машин и оборудования тепловоза, является целью представленной статьи. Для реализации поставленной цели рассмотрены основные конструктивные особенности данных электродвигателей, схема их подключения и наличие элементов защиты для определения «слабых» мест и обоснования предложенного технического решения.

Зависимость надежности работы тепловоза серии 2ТЭ116УМ от реализации системы прямого пуска

Для привода вентиляторов охлаждения дизеля и тягового электрооборудования применяется электропривод с трехфазными асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором.

На тепловозе используются следующие мотор-вентиляторы (МВ):

- четыре МВ для охлаждения дизеля (МВ1–МВ4);
- два МВ для охлаждения тяговых двигателей передней и задней тележек (МВ5, МВ6);
- МВ для охлаждения выпрямительной установки (МВ7).

Жесткие ограничения на значения температур теплоносителей дизеля обуславливают использование систем регулирования как в автоматическом, так и ручном режиме. Следует отметить, что данные системы являются релейными, которые поддерживают значения температур воды и масла посредством периодических включений и выключений вентиляторов.

При достижении определенных температур воды ($75 \pm 1,5^\circ\text{C}$, $79 \pm 1,5^\circ\text{C}$, $83 \pm 1,5^\circ\text{C}$) и масла ($62 \pm 1,5^\circ\text{C}$, $67 \pm 1,5^\circ\text{C}$, $72 \pm 1,5^\circ\text{C}$), срабатывают терморегуляторы, установленные в системах охлаждения воды и масла, настроенные на свой порог срабатывания. При возрастании температуры воды или масла до значения настройки одного из датчиков, он срабатывает и включает соответствующий электропневматический вентиль ВП и контактор К (рис. 3).

Руководствуясь приведенной принципиальной схемой управления вентиляторами, можно сделать вывод, что на надежность рассматриваемых машин непосредственное влияние оказывает реализация системы прямого пуска, что доказывает распределе-

ние отказов, полученное на основании статистических данных Улан-Баторского локомотивного ремонтного депо [7–9].

Модернизация системы охлаждения тепловоза серии 2ТЭ116УМ

На сегодняшний день в научно-технической литературе широко освещены проблемы прямого пуска асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором, чем обусловлено множество технических решений и устройств, направленных для решения данной задачи [10–16].

В значительной степени для нерегулируемых электроприводов предлагается использование устройств плавного и безударного пуска, которые позволяют изменять величину питающего напряжения электродвигателя. Следует отметить, что используемые в схмотехническом исполнении силовые полупроводниковые ключи оказывают воздействие на характер изменения напряжения и тока в питающей сети, негативно влияя и на других потребителей электрической энергии, находящихся в си-

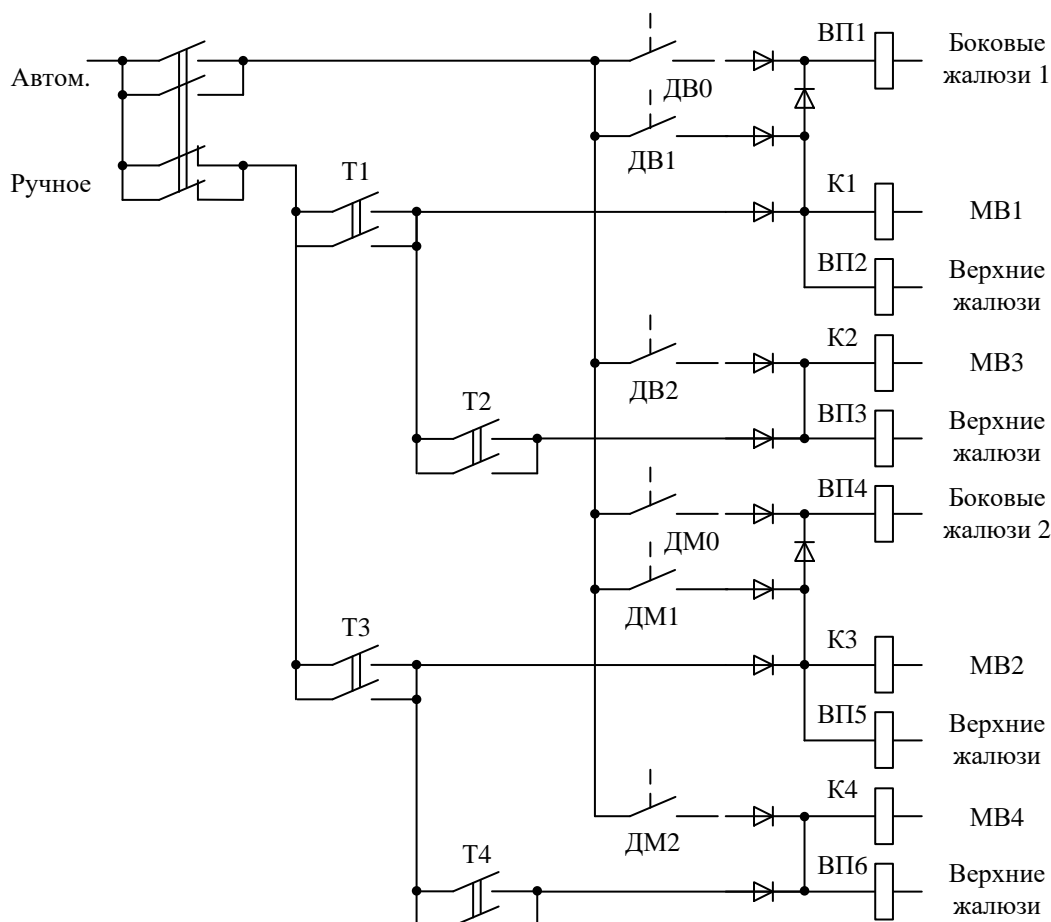


Рис. 3. Принципиальная схема управления вентиляторами и жалюзи охлаждающего устройства тепловоза серии 2ТЭ116УМ

Fig. 3. Schematic diagram for controlling blowers and shutters of the cooling device of a diesel locomotive of the 2TE116UM series

стеме электроснабжения.

На основе перечисленных недостатков устройств плавного и безударного пуска, в качестве метода повышения надежности мотор-вентиляторов тепловоза серии 2ТЭ116УМ предлагается использование двух полупроводниковых преобразователей частоты, включение которых целесообразно проводить на период пуска рассматриваемых электродвигателей с последующим переходом на штатную схему по истечению пусковых процессов.

Руководствуясь установками срабатывания терморегуляторов контуров воды и масла, модернизированная силовая схема управления мотор-вентиляторами тепловоза подразумевает параллельную работу контуров управления с конкретным преобразователем. Введение дополнительных контакторов позволит реализовать предложенный алгоритм управления. Следует отметить, что усложнение силовой схемы отражается на ее надежности, однако ремонт мотор-вентиляторов тепловоза является не только трудоемким процессом, но и достаточно дорогостоящим. Предлагаемая силовая схема и алгоритм работы данной схемы представлены далее (рис. 4,5).

С целью обоснования выбора преобразовате-

телей частоты выполнен расчет потребной мощности для практической реализации пуска мотор-вентиляторов на пониженной частоте вращения. Руководствуясь общеизвестной методикой, выполнен расчет мощности, согласно перечисленным требованиям (1). Для выполнения расчетов представлены паспортные данные рассматриваемых мотор-вентилятов (табл.) [15, 16].

$$\frac{P_n}{P} = \frac{n_n^3}{n^3}, \quad (1)$$

где P_n – номинальная мощность, кВт; P – расчетная (потребная) мощность, кВт; n_n – номинальная частота вращения, об/мин; n – предлагаемая частота вращения, об/мин.

Технические характеристики
рассматриваемых мотор-вентилятов
Technical characteristics of the considered
blower motors

Мощность номинальная, кВт	24
Напряжение номинальное, В	394
cosφ	0,7
Частота вращения, об/мин.	1 960
Класс изоляции	Н

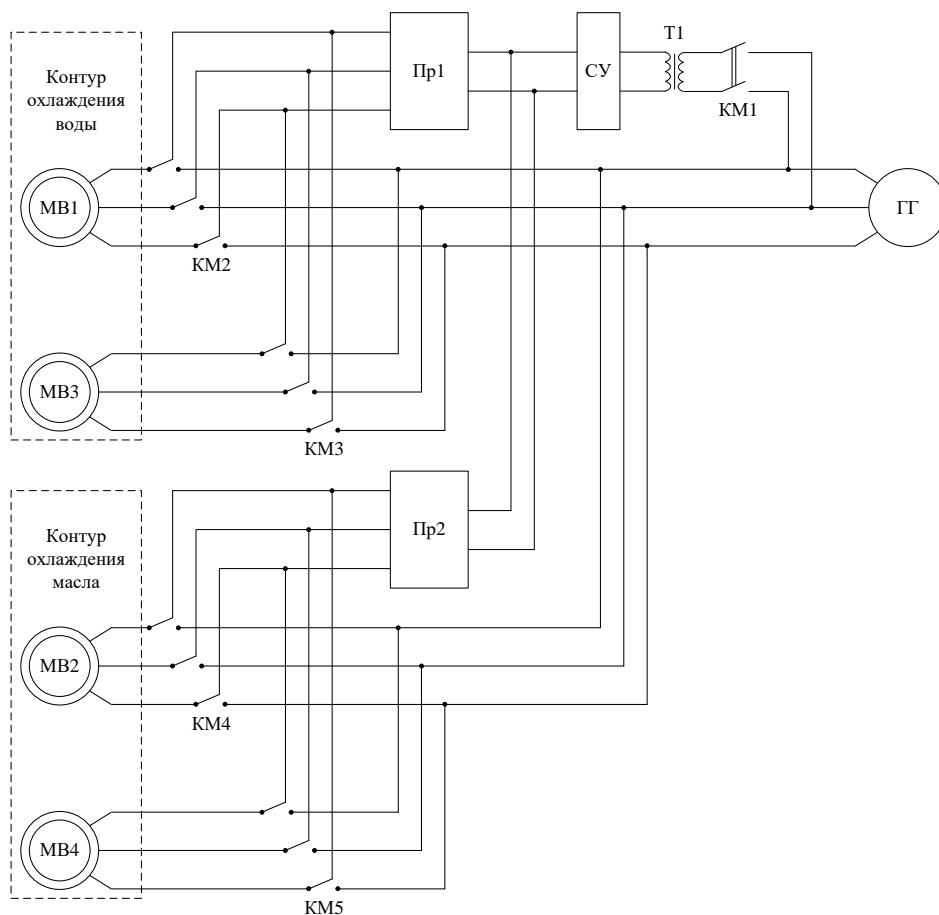


Рис. 4. Модернизированная силовая схема управления мотор-вентиляторами тепловоза серии 2ТЭ116УМ
Fig. 4. Modernized power circuit for controlling blower motors of a locomotive of the 2TE116UM series

$$P = \frac{24 \cdot 980^2}{1960^2} = 3 \text{ кВт}$$

Расчет позволил определить мощность для одного мотор-вентилятора. При обосновании выбора полупроводникового преобразователя частоты для практической реализации предложенной системы управления необходимо учесть количество электродвигателей его нагрузки. Полученная суммарная мощность с учетом запаса определена в размере 6 кВт.

Вывод

С целью практической реализации предложенной в рамках научной статьи системы, необходимо выполнить обзор технических параметров полупроводниковых преобразователей частоты различных фирм

изготовителей для оценки технико-экономической эффективности и определения потребной величины капитальных вложений. Эффектообразующим фактором при внедрении предложенной системы является сокращение отказов мотор-вентиляторов тепловоза, включение которых на сегодняшний день реализуется прямым способом.

При обосновании выбора элементной базы, помимо технико-экономических аспектов, следует учитывать массогабаритные показатели, так как практическая реализация предложенной системы не должна загромождать кузов тепловоза, а место установки должно полностью соответствовать диапазону температур устойчивой работы устройства.

Список литературы

1. Стратегия развития Холдинга «РЖД» на период до 2030 года. М: ОАО «РЖД», 20.12.2013 г.
2. Официальный сайт ОАО «РЖД»: <http://rzd.ru>
3. Olentsevich V.A., Belogolov Y.I., Kramynina G.N. Set of organizational, technical and reconstructive measures aimed at improvement of section performance indicators based on the study of systemic relations and regularities of functioning of railway transport system IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 832(1), 0120384.
4. Булохова Т.А., Перетолчина А.С. Уровень развития железнодорожной инфраструктуры как фактор обеспечения клиентоориентированности отрасли и устойчивого развития регионов // Развитие экономической науки на транспорте: экономическая основа будущих транспортных систем. Сборник научных статей VII международной научно-практической конференции. Под ред. Н.А. Журавлевой. 2019. С. 147–154.
5. Филонов С.П., Гибалов А.И., Быковский В.Е. и др. Тепловоз 2ТЭ116 - руководство по устройству и обслуживанию / 2-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1985. 328 с.
6. Сергеев С.В. Принципы диагностики электрической схемы тепловоза 2ТЭ116У(УМ) / Яицких А.И., Яицких И.А. // Локомотив. М.: ОАО «РЖД», 2020. №8(668). С. 14–16.
7. Астраханцев Л.А. Обоснование метода построения автоматизированной системы управления производительностью мотор-вентиляторов на электровозах / Л.А. Астраханцев, Н.П. Асташков // Вестник Иркутского государственного технического университета. Иркутск: ИрГТУ, 2012, № 3(62). С. 90–95.
8. Alekseeva T.L., Ryabchyonok N.L., Astrakhantsev L.A., Tikhomirov V.A., Astashkov N.P., Martusov A.L., Alekseev M.E. Parallel operation of an inverter with an electrical ac network IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Conference on Transport and Infrastructure of the Siberian Region, SibTrans 2019. 2020. С. 012003.
9. Астраханцев Л.А. Повышение электромагнитной совместимости подвижного состава / Н.П. Асташков, Н.Л. Рябченко, Т.Л. Алексеева, Н.М. Астраханцева // Безопасность регионов - основа устойчивого развития. 2012. Т. 1-2. С. 92–94.
10. Кузьмич В.Д., Руднев В.С., Френкель С.Я. Теория локомотивной тяги издательство / Маршрут, Москва. 2005, 446 с.
11. Пойда А.А., Хуторянский Н.М., Кононов В.Е. Тепловозы механическое оборудование. Устройство и ремонт.
12. Михальченко Г.С., Кашников В.Н. Теория и конструкция локомотивов / Издательство Маршрут, 2006, 581 с.
13. Раков В.А. Локомотивы и моторвагонный подвижной состав (1966–1975 гг.). М.: Транспорт, 1979.
14. Раков В.А. Локомотивы и моторвагонный подвижной состав железных дорог Советского Союза. 1976–1985. М.: Транспорт, 1990.
15. Устройство и ремонт тепловозов: Учебник для нач. проф. образования / Л.А. Собенин, В.И. Бахолдин, О.В. Зинченко, А.А. Воробьев. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 416 с.
16. Электрооборудование тепловозов: Справочник / В.С. Марченко, А.А. Сергеев, В.Т. Иванченко и др. М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. 248 с
17. Olentsevich V.A., Belogolov Y.I., Grigoryeva, N.N. Analysis of reliability and sustainability of organizational and technical systems of railway transportation process IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 832(1), 012061

References

1. Strategiya razvitiya Kholdinga «RZhD» na period do 2030 goda [Development strategy of the Russian Railways Holding for the period up to 2030]. Moscow: RZhD OAO Publ., December 20, 2013.
2. Ofitsial'nyi sait OAO «RZhD» [Official website of Russian Railways OAO][Electronic media]. URL: <http://rzd.ru>.
3. Olentsevich V.A., Belogolov Y.I., Kramynina G.N. Set of organizational, technical and reconstructive measures aimed at improvement of section performance indicators based on the study of systemic relations and regularities of functioning of railway transport system. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 832(1), 0120384.
4. Bulokhova T.A., Peretolchina A.S. Uroven' razvitiya zheleznodorozhnoi infrastruktury kak faktor obespecheniya klientoorientirovannosti otrasli i ustoychivogo razvitiya regionov [The level of development of railway infrastructure as a factor in ensur-

ing customer-oriented industry and sustainable development of regions]. *Razvitie ekonomicheskoi nauki na transporte: ekonomicheskaya osnova budushchego transportnykh sistem. Sbornik nauchnykh statei VII mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Development of economic science in transport: the economic basis for the future of transport systems. Collection of scientific articles of the VII international scientific and practical conference]*. In Zhuravleva N.A. (ed.), 2019. Pp. 147–154.

5. Filonov S.P., Gibalov A.I., Bykovskii V.E. i dr. Teplovoz 2TE116 - rukovodstvo po ustroistvu i obsluzhivaniyu [Diesel locomotive 2TE116 – a manual for construction and maintenance]. 2nd ed., revised and enlarged]. Moscow: Transport Publ., 1985. 328 p.

6. Sergeev S.V., Yaitskikh A.I., Yaitskikh I.A. Printsipy diagnostiki elektricheskoi skhemy teplovoza 2TE116U(UM) [Principles of diagnostics of the electric circuit of a diesel locomotive 2TE116U (UM)]. *Lokomotiv [Locomotive]*. Moscow: OAO «RZhD» Publ., 2020. No. 8(668). Pp. 14–16.

7. Astrakhantsev L.A., Astashkov N.P. Obosnovanie metoda postroeniya avtomatizirovannoi sistemy upravleniya proizvoditel'nost'yu motor-ventilyatorov na elektrovozakh [Substantiation of the method for constructing an automated system for controlling the performance of blower motors in electric locomotives]. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [The bulletin of Irkutsk State Technical University]*. Irkutsk: IrGTU Publ., 2012, No. 3(62). Pp. 90–95.

8. Alekseeva T.L., Ryabchyonok N.L., Astrakhantsev L.A., Tikhomirov V.A., Astashkov N.P., Martusov A.L., Alekseev M.E. Parallel operation of an inverter with an electrical AC network. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Conference on Transport and Infrastructure of the Siberian Region, SibTrans 2019*, 2020. P. 012003.

9. Astrakhantsev L.A., Astashkov N.P., Ryabchenok N.L., Alekseeva T.L., Astrakhantseva N.M. Povyshenie elektromagnitnoi sovместимости podvizhnogo sostava [Increase of the electromagnetic compatibility of rolling stock]. *Bezopasnost' regionov - osnova ustoiчивого razvitiya [Safety of regions is the basis of sustainable development]*, 2012. Vol. 1-2. Pp. 92–94.

10. Kuz'mich V.D., Rudnev V.S., Frenkel' S.Ya. Teoriya lokomotivnoi tyagi [The theory of locomotive traction publishing house]. Moscow: Marshrut Publ., 2005, 446 p.

11. Poida A. A., Khutoryanskii N. M., Kononov V. E. Teplovozy. Mekhanicheskoe oborudovanie, ustroistvo i remont. Uchebnik dlya tekhn. Shkol [Locomotives. Mechanical equipment. Device and repair. A textbook for technical schools]. Moscow: Transport Publ., 1988, 320 p.: il., tabl.

12. Mikhail'chenko G.S., Kashnikov V.N. Teoriya i konstruksiya lokomotivov [Theory and design of locomotives]. Moscow: Marshrut Publ., 2006, 581 p.

13. Rakov V.A. Lokomotivy i motorvagonnyi podvizhnoi sostav (1966–1975) [Locomotives and multiple unit rolling stock (1966–1975)]. Moscow: Transport Publ., 1979.

14. Rakov V.A. Lokomotivy i motorvagonnyi podvizhnoi sostav zheleznykh dorog Sovetskogo Soyuz. 1976–1985 [Locomotives and multiple unit rolling stock of the railways of the Soviet Union. 1976–1985]. Moscow: Transport Publ., 1990.

15. Sobenin L.A., Bakholdin V.I., Zinchenko O.V., Vorob'ev A.A. Ustroistvo i remont teplovozo: Uchebnik dlya nach. prof. obrazovaniya [Device and repair of diesel locomotives: A textbook for the elementary prof. education]. Moscow: Akademiya Publ., 2004. 416 p.

16. Marchenko V.S., Sergeev A.A., Ivanchenko V.T. et al. Elektrooborudovanie teplovozo: Spravochnik [Electrical equipment of diesel locomotives: a handbook]. Moscow: IKTs «Akademkniga» Publ., 2003. 248 p.

17. Olentsevich V.A., Belogolov Yu.I., Grigoryeva N.N. Analysis of reliability and sustainability of organizational and technical systems of railway transportation process. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2020, 832(1), 012061.

Информация об авторах

Асташков Николай Павлович – к. т. н., доцент; кафедры управление эксплуатационной работой, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: astashkovnp@yandex.ru

Оленцевич Виктория Александровна – к. т. н., доцент; доцент кафедры управление эксплуатационной работой, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: olencevich_va@irgups.ru

Белоголов Юрий Игоревич – к. т. н., доцент; доцент кафедры управление эксплуатационной работой, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: pr-mech@mail.ru

Information about the authors

Nikolai P. Astashkov – Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor; Associate Professor of the Subdepartment of Operations Management, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: astashkovnp@yandex.ru

Victoria A. Olentsevich – Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor; Associate Professor of the Subdepartment of Operations Management, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: olencevich_va@irgups.ru

Yuriy I. Belogolov – Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor; Associate Professor of the Subdepartment of Operations Management, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: pr-mech@mail.ru

DOI 10.26731/1813-9108.2020.4(68).195-202

УДК 303.732.4

Системный подход к организации информационного обеспечения системы профессионального обучения в крупной транспортной компании

И. Ю. Сольская, А. А. Войлошников✉

Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

✉ vallex.82@mail.ru